



LES BASES PHYSIQUES

Utiles en balistique lésionnelle

(aspect qualitatif)

J.J. DORRZAPF

Ministère de l'Intérieur

Centre Technique de la Sécurité Intérieure

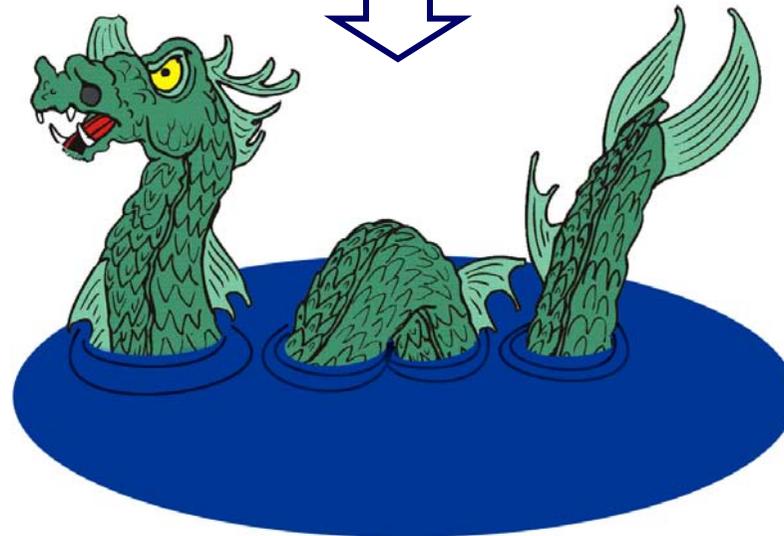
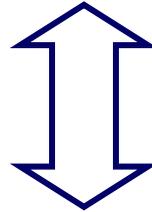
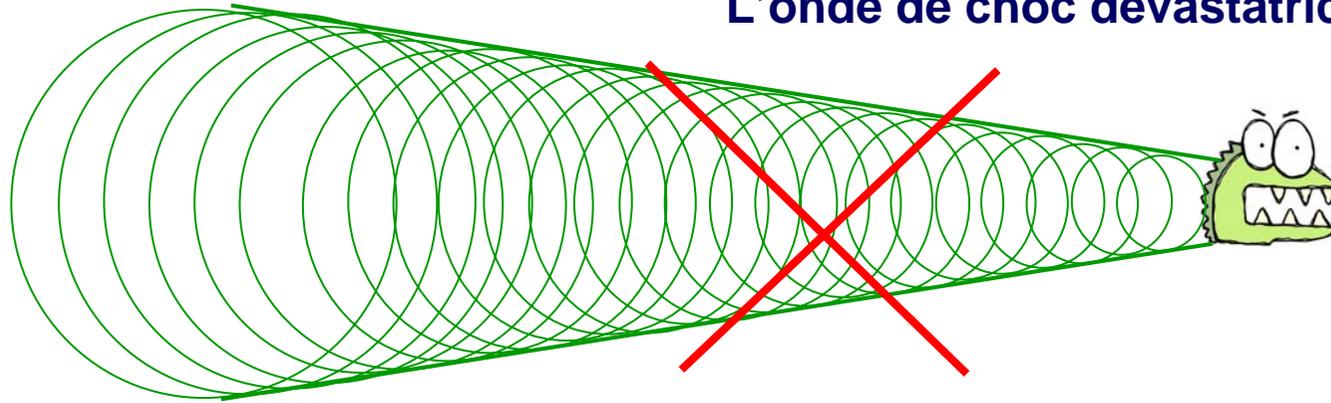
Département Balistique – Unité de Balistique Lésionnelle

dorrzapf-jean-jacques@wanadoo.fr

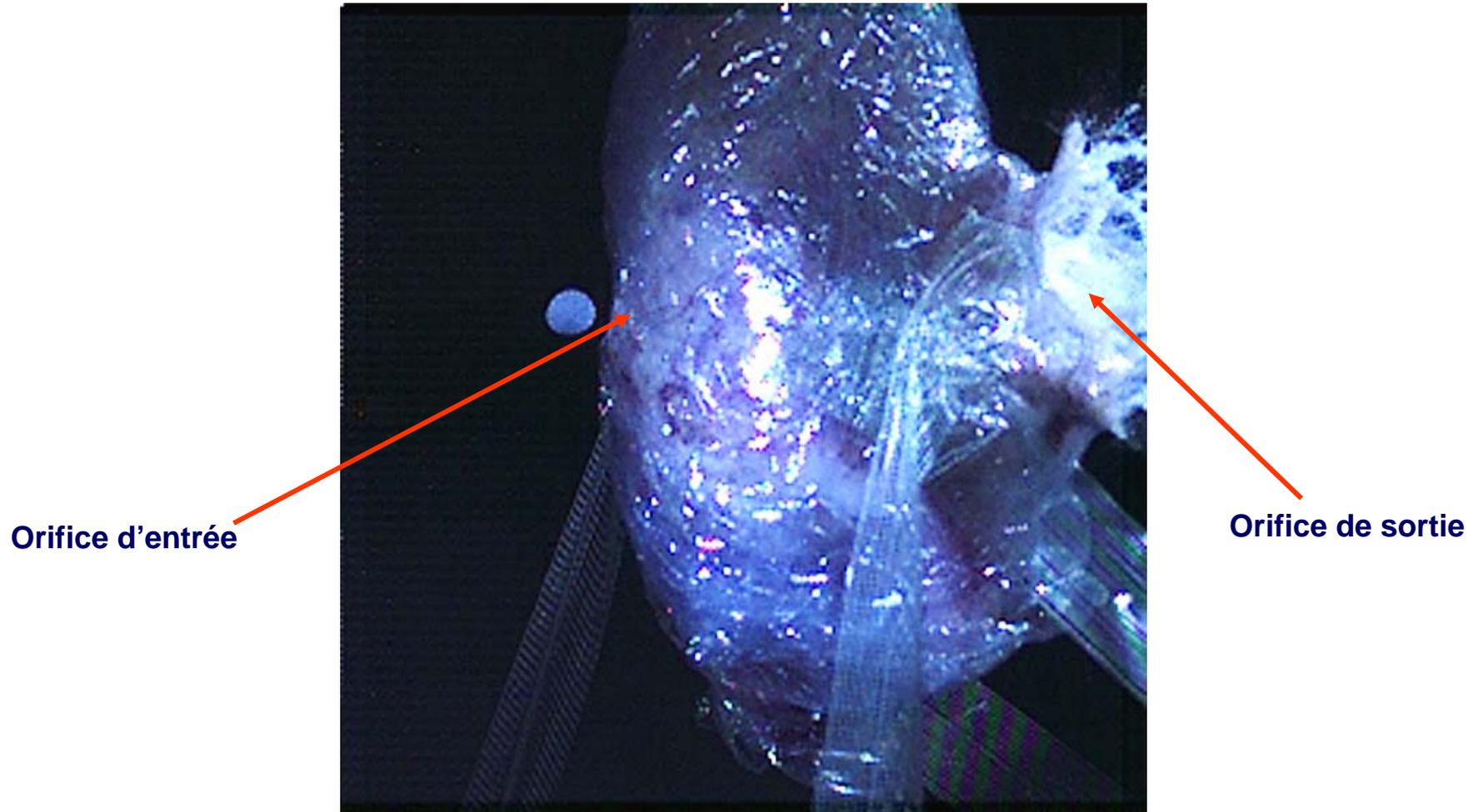
- L'objet de la balistique lésionnelle est l'étude de l'interaction entre le projectile et les tissus biologiques.
- La seule manière scientifique de comprendre la formation des lésions est d'utiliser les lois de la physique qui peuvent être plus ou moins complexes.
- Cependant, la prise en compte de quelques lois simples de la mécanique permet de bien appréhender les mécanismes de formation des lésions.

UN DES BUTS : TUER LES MYTHES

L'onde de choc dévastatrice



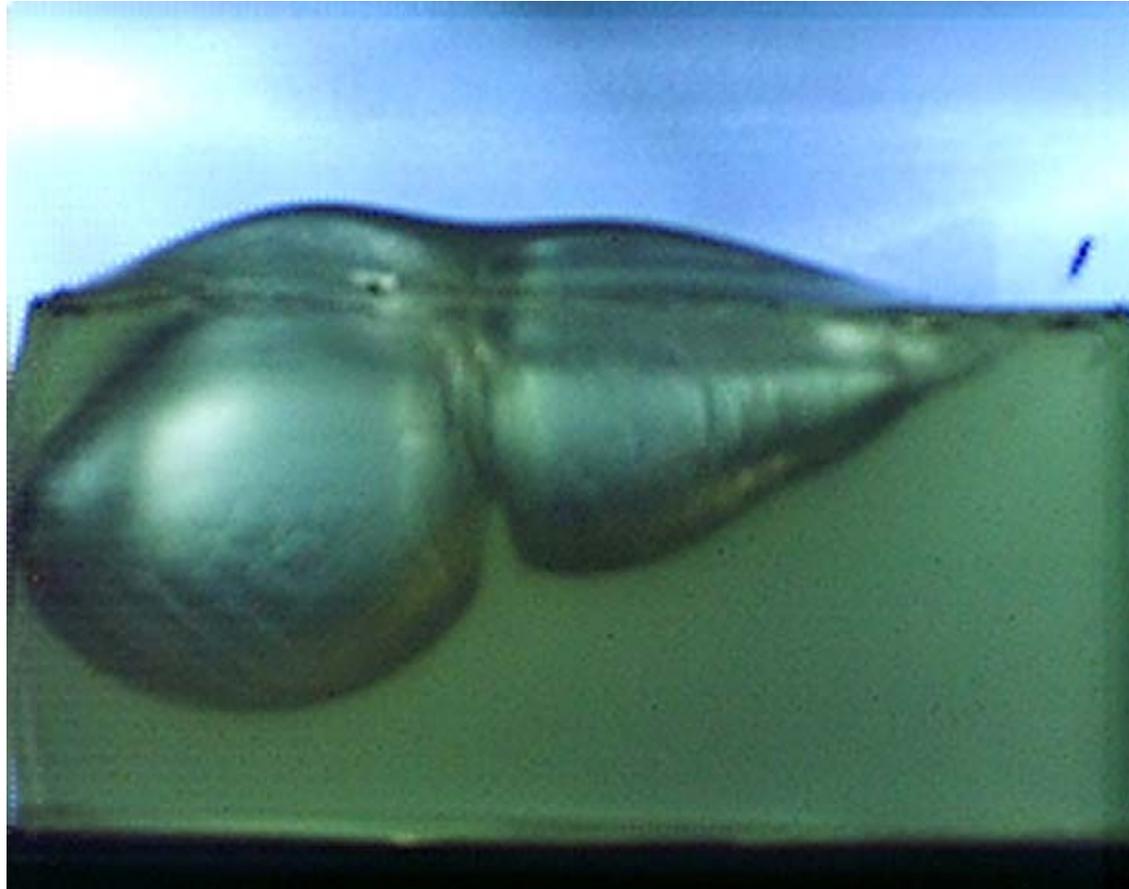
PASSAGE D'UNE BALLE DANS UN MATERIAU BIOLOGIQUE



Balle d'AK74 (5,45x39 mm)
dans cuisse de porc

Prise de vue à haute vitesse : 30 000 i/s

LES OBSERVATIONS EXPERIMENTALES...

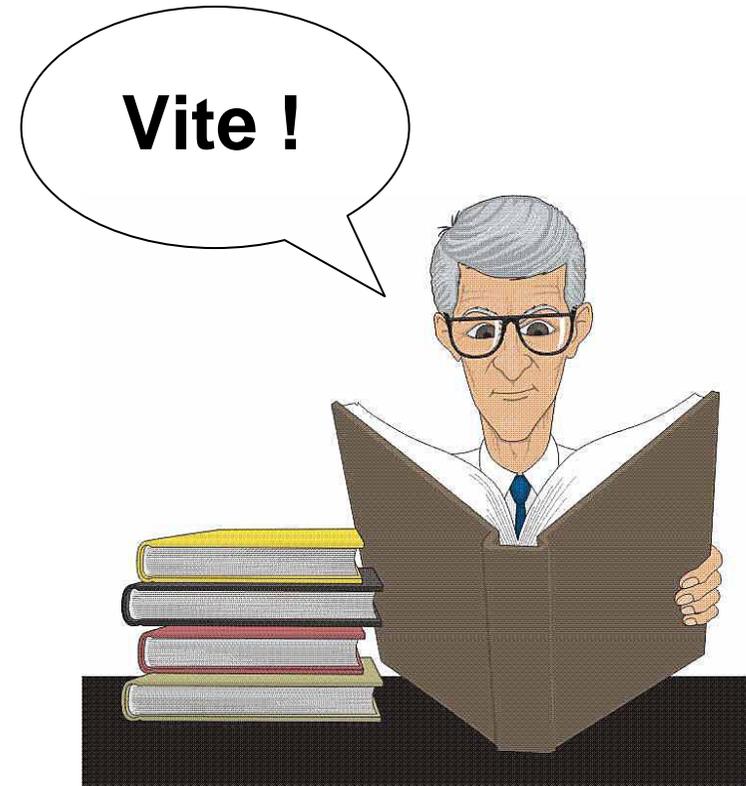


Balle d'AK74 (5,45x39 mm)
dans gélatine à 10%

Prise de vue à haute vitesse : 30 000 i/s

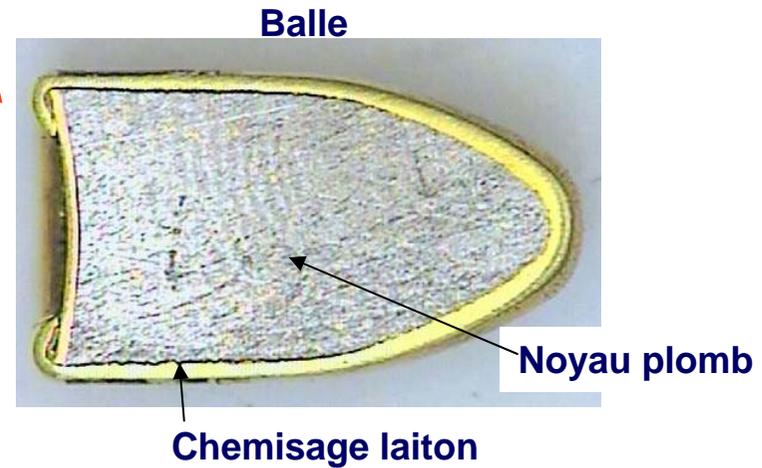
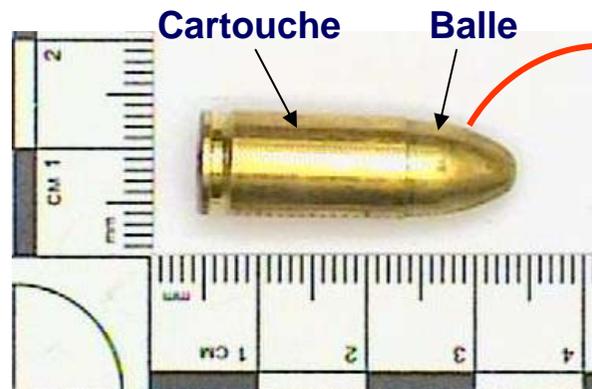
... et compréhension par les lois de la dynamique

LES QUESTIONS...

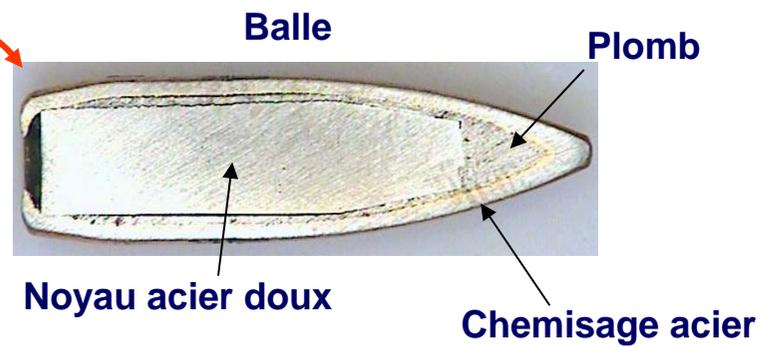


... ET LES (bonnes) REPONSES

Avant toutes choses, une balle, c'est quoi ?

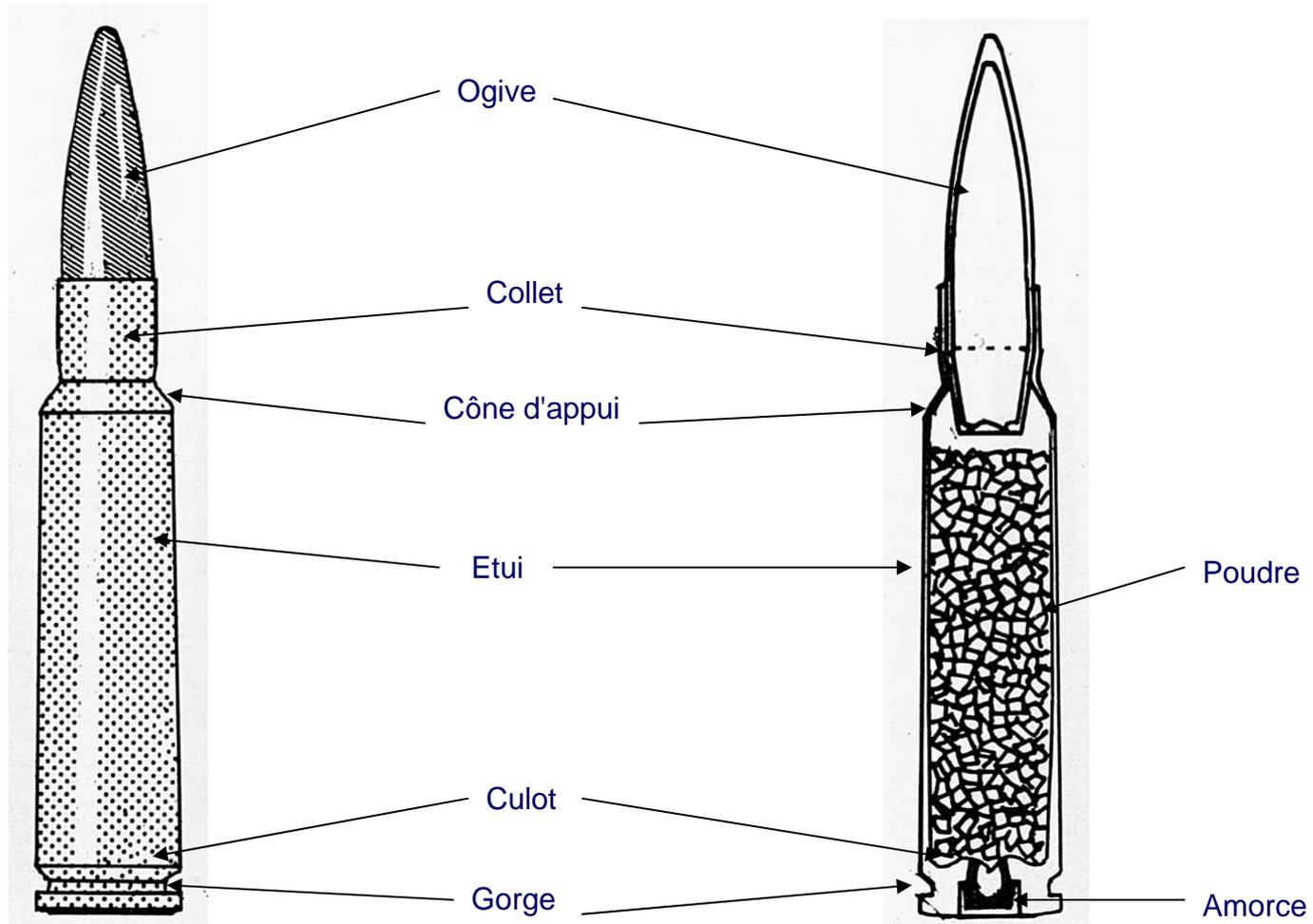


9 mm Parabellum. Noyau plomb



7,62 x 39. Ak 47. Noyau acier doux

ANATOMIE SOMMAIRE D'UNE CARTOUCHE



👉 **La balistique (lésionnelle) est le domaine de la mécanique classique (Newtonienne)**

- ✓ Cette mécanique rend compte de tous les phénomènes liés à l'interaction projectile/tissus vivants
- ✓ Elle se résume à trois lois fondamentales
- ✓ Etant donné que nous sommes en présence d'objets qui « bougent », nous parlerons de **lois de la dynamique**



Pas de physique \Rightarrow métaphysique

1 – PREMIERE LOI DE LA DYNAMIQUE

- *La force est une grandeur physique se caractérisant par l'interaction d'au moins deux corps et déterminant une certaine variation de l'état de mouvement du corps ou la variation de la forme du corps ou les deux ensembles.*

FORCE ⇒ au moins deux corps en interaction

FORCE ⇒ variation du mouvement et/ou de la forme d'un ou des corps



- *Tout corps se trouve à l'état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme tant que des forces appliquées ne provoquent pas des variations de cet état.*

2 – DEUXIEME LOI DE LA DYNAMIQUE

- **Quantité de mouvement d'un corps**

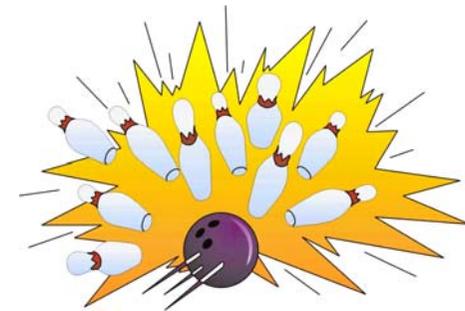
Pour caractériser l'état mécanique d'un corps en mouvement, on introduit une grandeur, la *quantité de mouvement* du corps ou *impulsion*.

Elle est égale au produit de la masse par la vitesse et sa direction coïncide avec la direction de la vitesse du corps.

$$Q = m \times V$$

Si **Q** est la quantité de mouvement du corps et **F** la force appliquée, à tout moment on aura :

$$F = \frac{d}{dt} Q \Rightarrow F = m \times \frac{dV}{dt} \Rightarrow F = m \times a$$

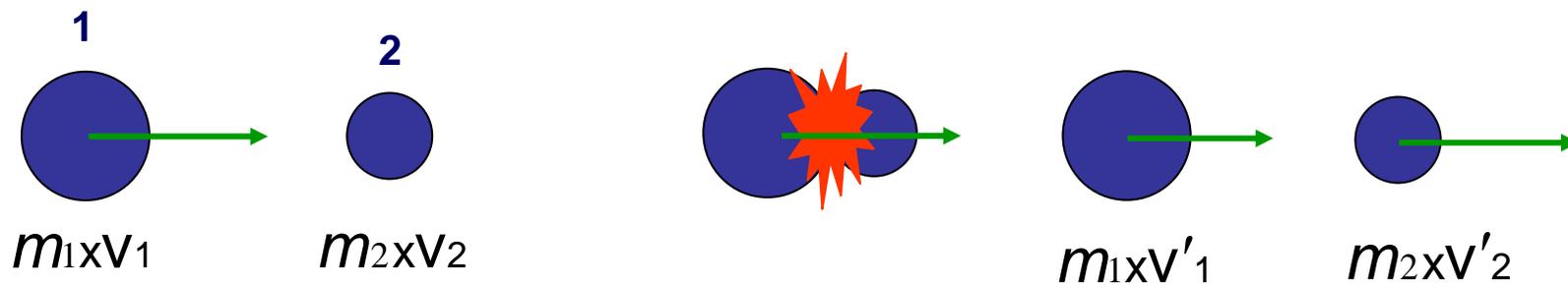


☞ Une force peut toujours s'exprimer par le produit d'une masse et d'une accélération.

👉 LA QUANTITE DE MOUVEMENT SE CONSERVE

Exemple

- objet 1: masse = m_1 et vitesse = v_1 ;
- objet 2 : masse = m_2 et vitesse = v_2



$$(m_1 \times v_1) + (m_2 \times v_2) = (m_1 \times v'_1) + (m_2 \times v'_2)$$

3 – TROISIEME LOI DE LA DYNAMIQUE

A l'action est toujours opposée une réaction égale ; autrement dit, les interactions mutuelles de deux corps sont égales entre elles et dirigées dans des sens opposés.



TRAVAIL MECANIQUE ET ENERGIE CINETIQUE

- Le point de départ est la deuxième loi de la dynamique

$$F = m_x \frac{dV}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_x dt = m_x dV \Rightarrow F_x \frac{ds}{V} = m_x dV \Rightarrow F_x dS = m_x V_x dV \Rightarrow$$

$$\int F_x dS = \int m_x V_x dV \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_x S = \frac{1}{2} m_x V^2$$

Travail mécanique = Énergie cinétique
Force appliquée sur une distance S

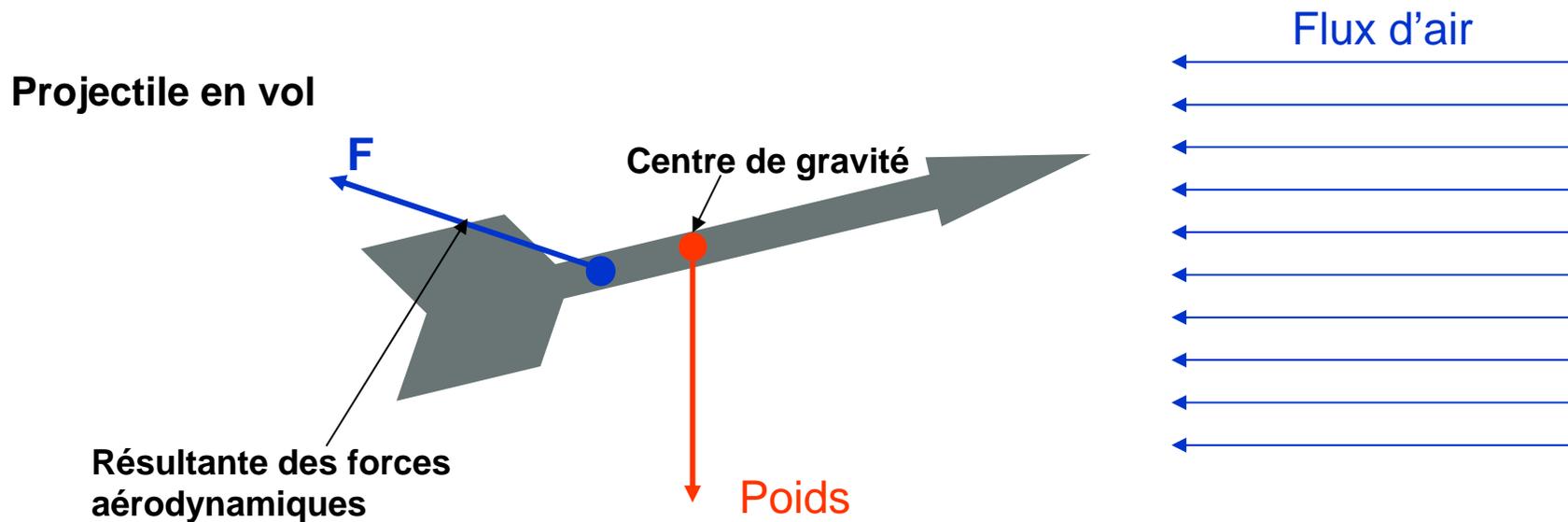
Avec : S distance parcourue et $V = dS/dt$



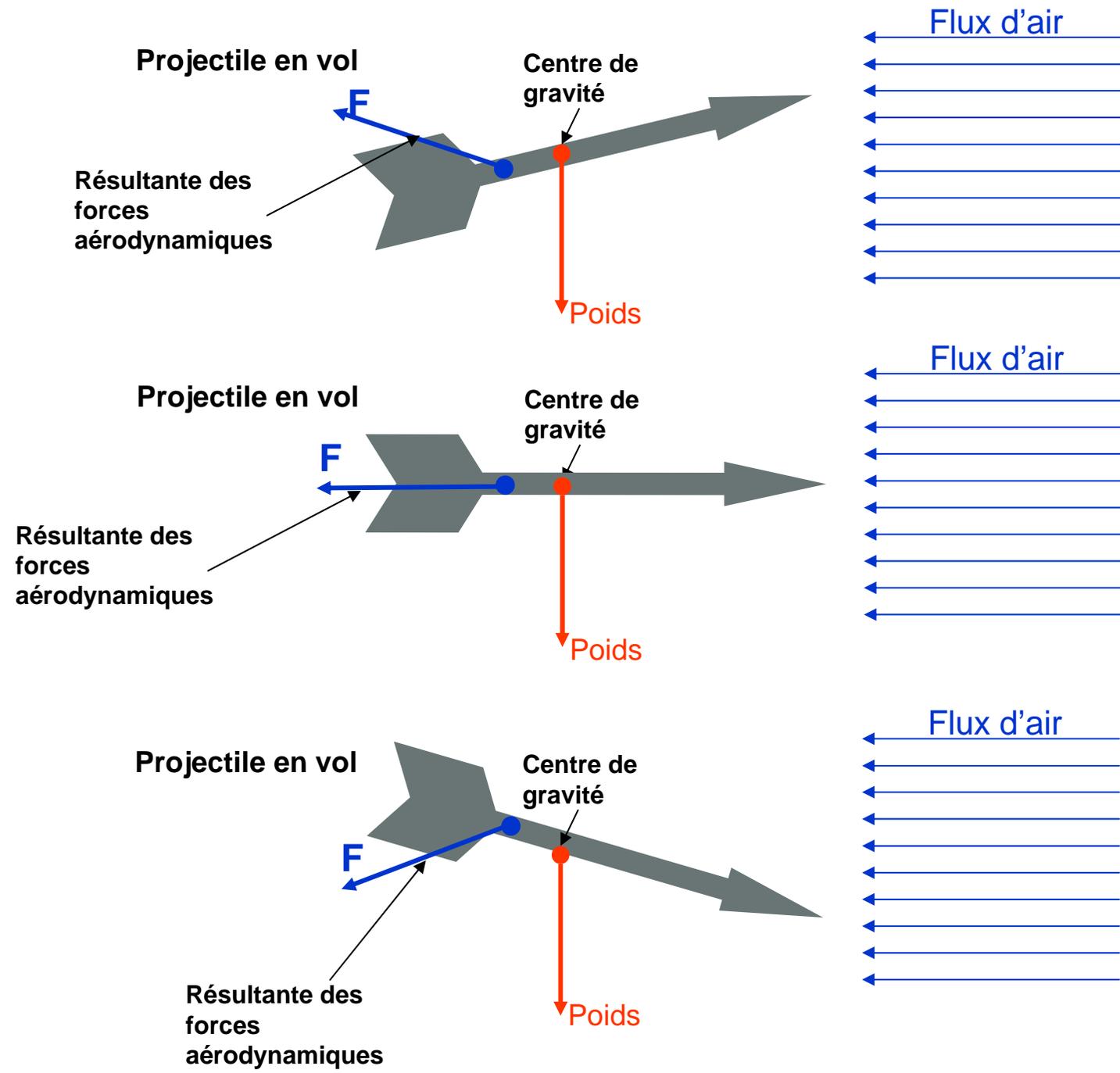
STABILISATION DES PROJECTILES

➤ Il existe deux grands types de projectiles

1 – Les projectiles à empennage (stables par nature)



- ☞ Le poids du projectile ramené au centre de gravité et la force de traînée génèrent un couple ayant tendance à stabiliser le projectile.

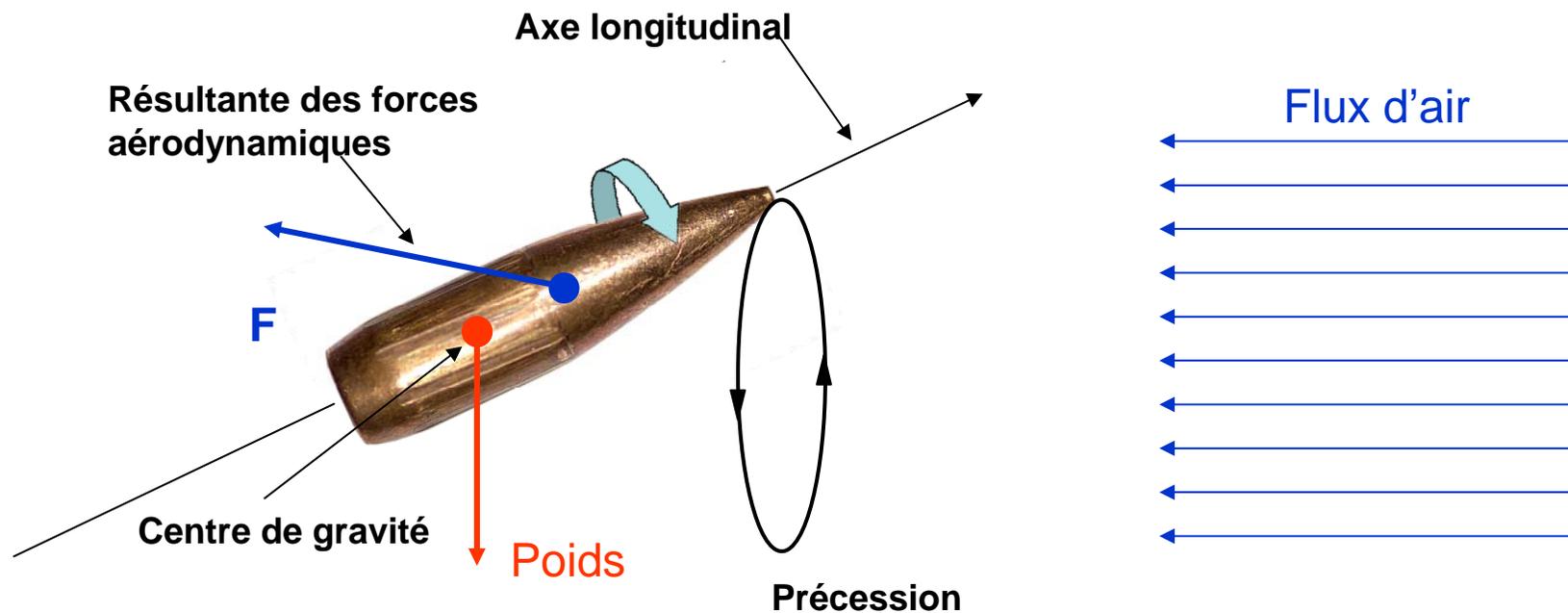


2 – Les projectiles instables par nature



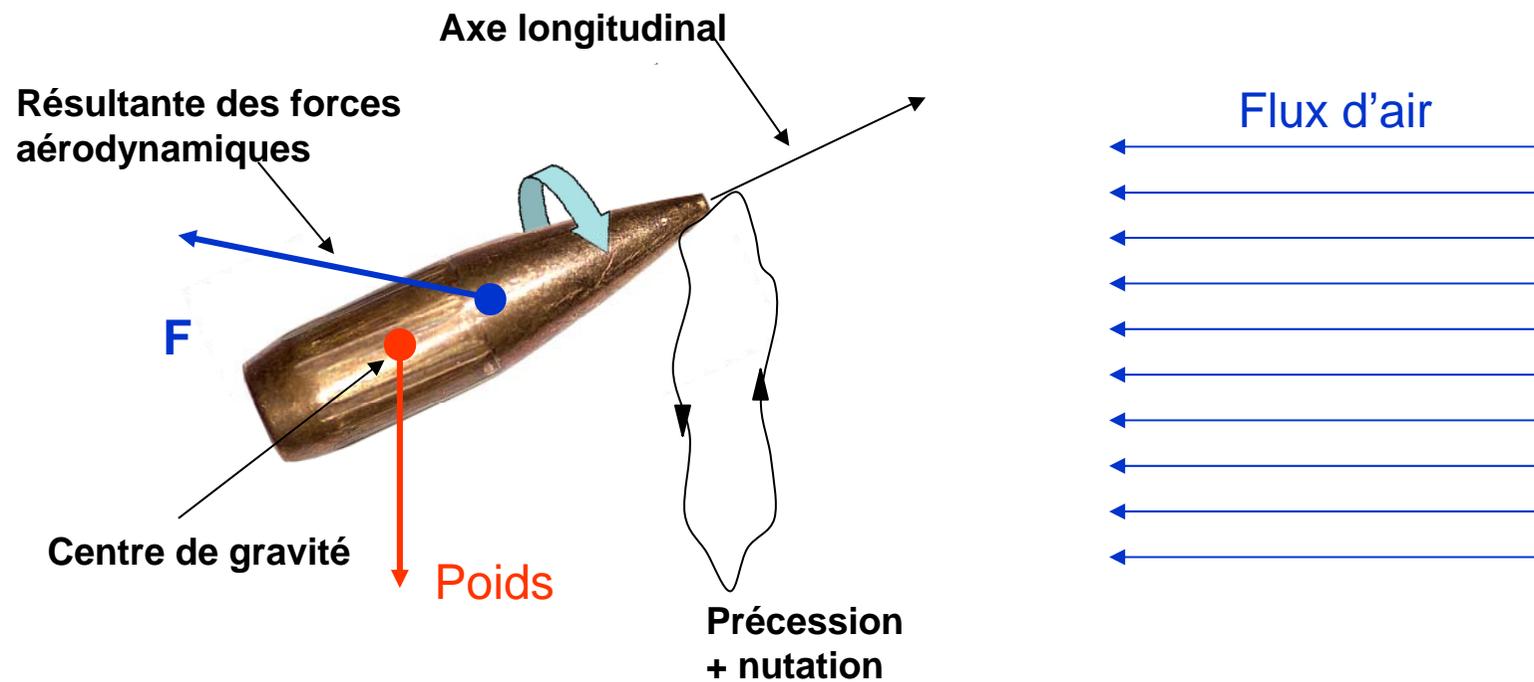
- 👉 Le poids du projectile ramené au centre de gravité et la force de traînée génèrent un couple ayant tendance à provoquer la rotation du projectile autour de son axe transversal (bascule).

Ces projectiles instables par nature sont stabilisés par effet gyroscopique



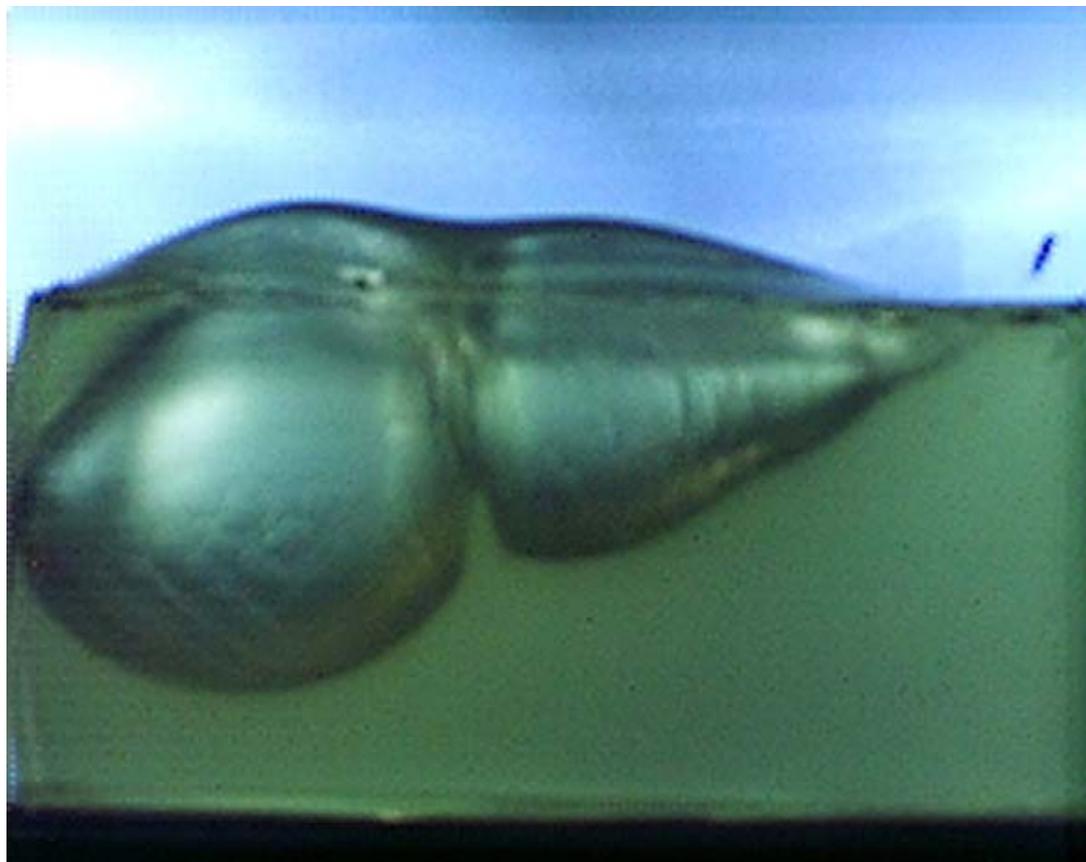
On fait tourner le projectile à haute vitesse (plusieurs milliers de tours par seconde) autour de son axe longitudinal. La pointe du projectile décrit un cercle (précession). La vitesse de rotation doit être d'autant plus élevée que la densité (entre autres paramètres) du milieu traversé est forte.

➤ La précession, un état transitoire qui s'ajoute à la nutation et s'amortit



RETOUR AUX OBSERVATIONS INITIALES

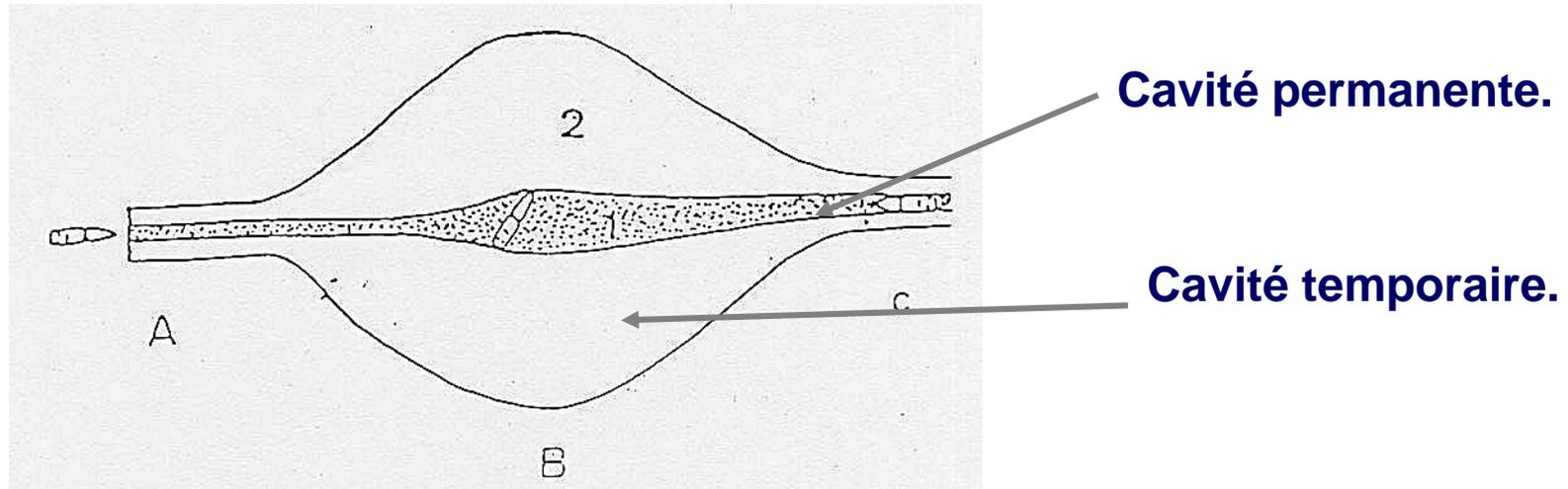
Mise en accélération du matériau



Balle d'AK74 (5,45x39 mm)
dans gélatine à 10%

Prise de vue à haute vitesse : 30 000 i/s

LA NOTION DE PROFIL LESIONNEL



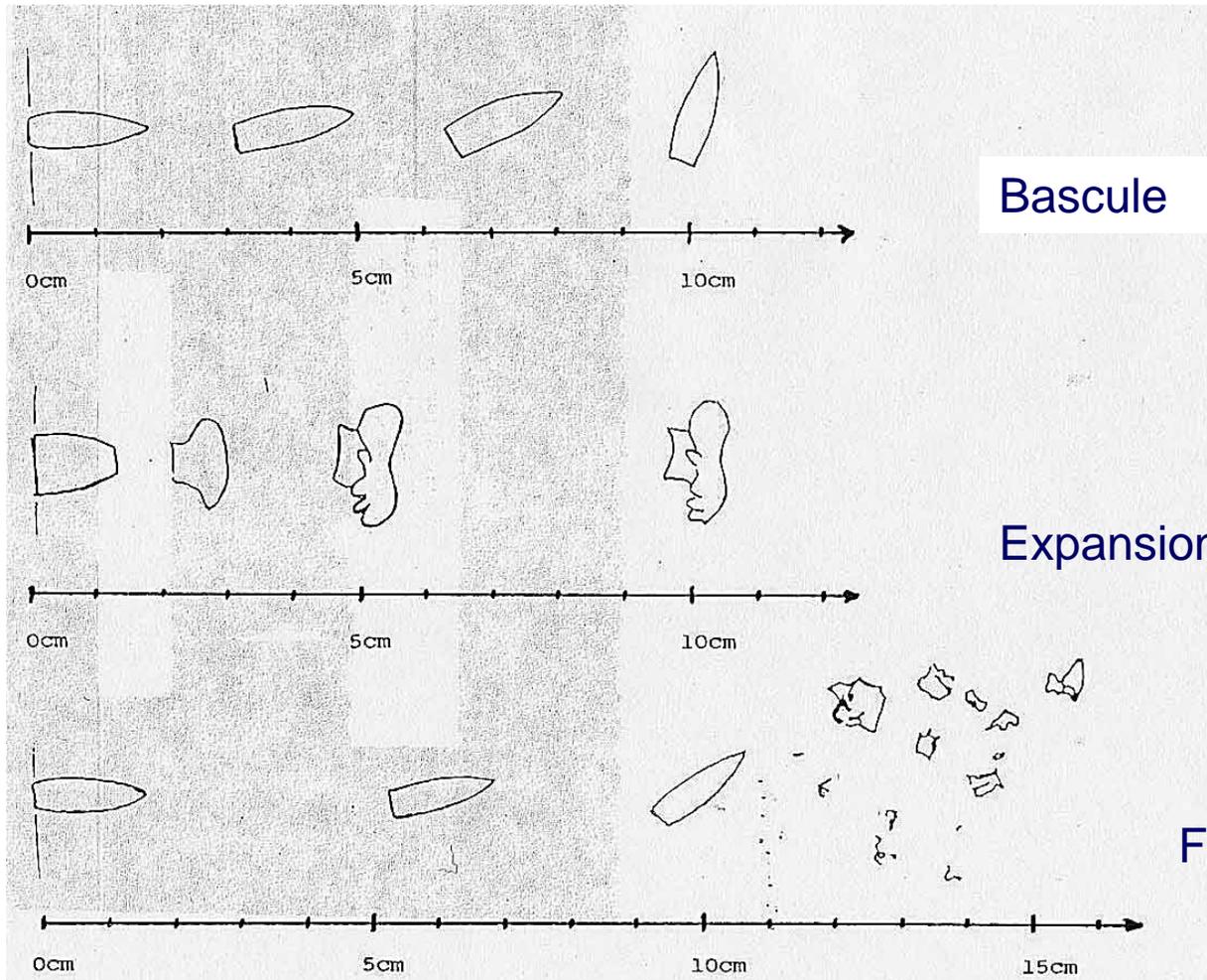
A : trajet proximal (Neck)

B : Zone de bascule ou de champignonage

C : Trajet distal

👉 **Attention aux dimensions des orifices d'entrée et de sortie**

COMPORTEMENT D'UN PROJECTILE DANS LES TISSUS



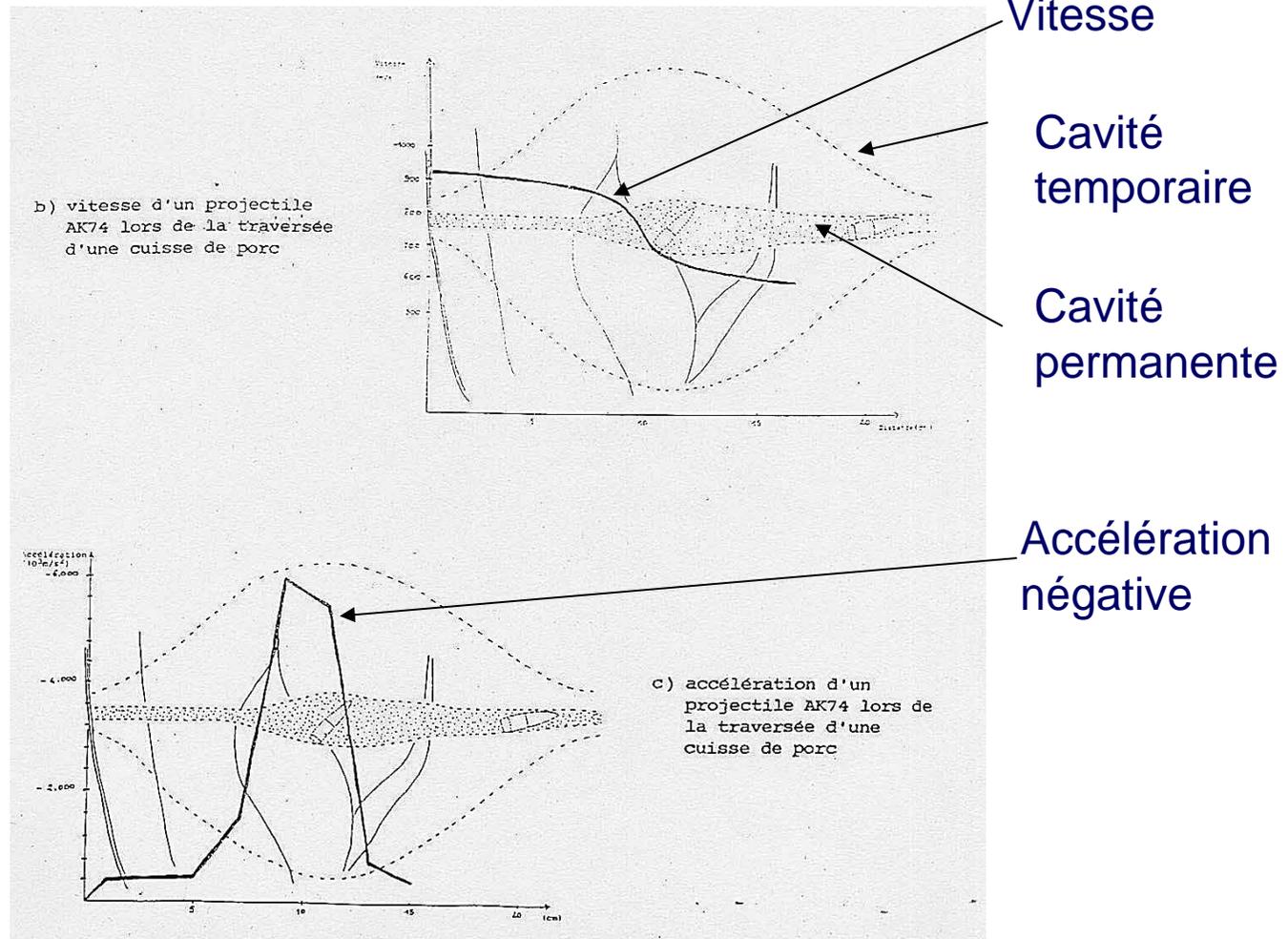
Corrélation entre les paramètres :

variation de la vitesse du projectile/décélération/dimensions des lésions

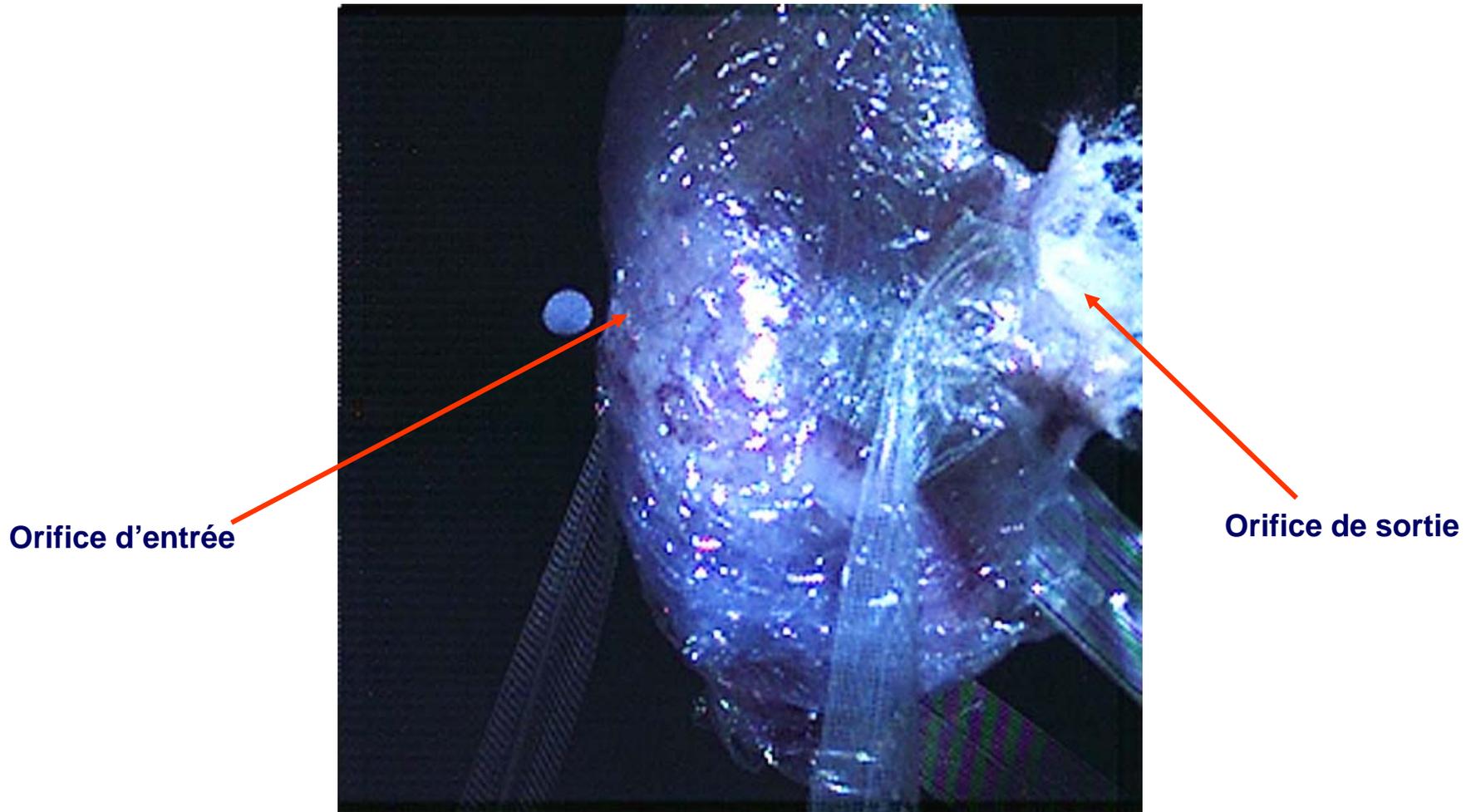
Rappel :

$$F = m \times \frac{dV}{dt}$$

$$F = m \times a$$



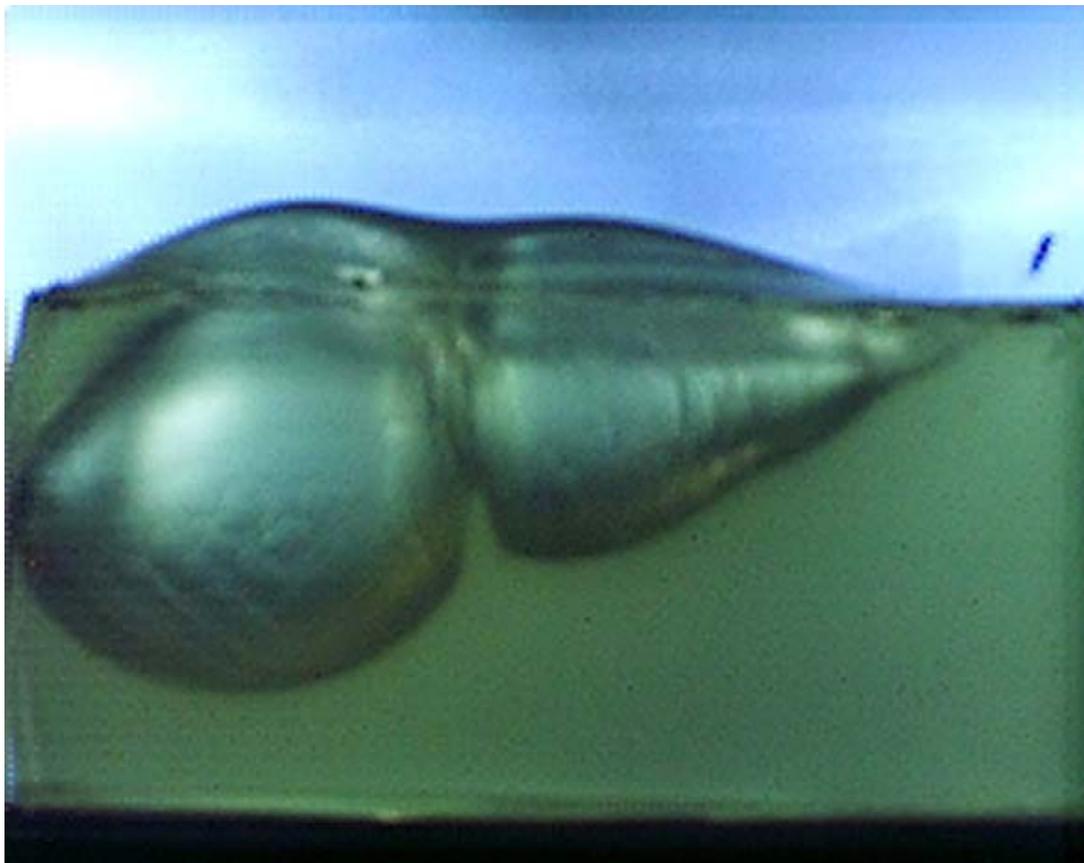
👉 **La dimension de l'orifice de sortie dépend de la distance de bascule du projectile**



**Balle d'AK74 (5,45x39 mm)
dans cuisse de porc
Prise de vue à haute vitesse : 30 000 i/s**

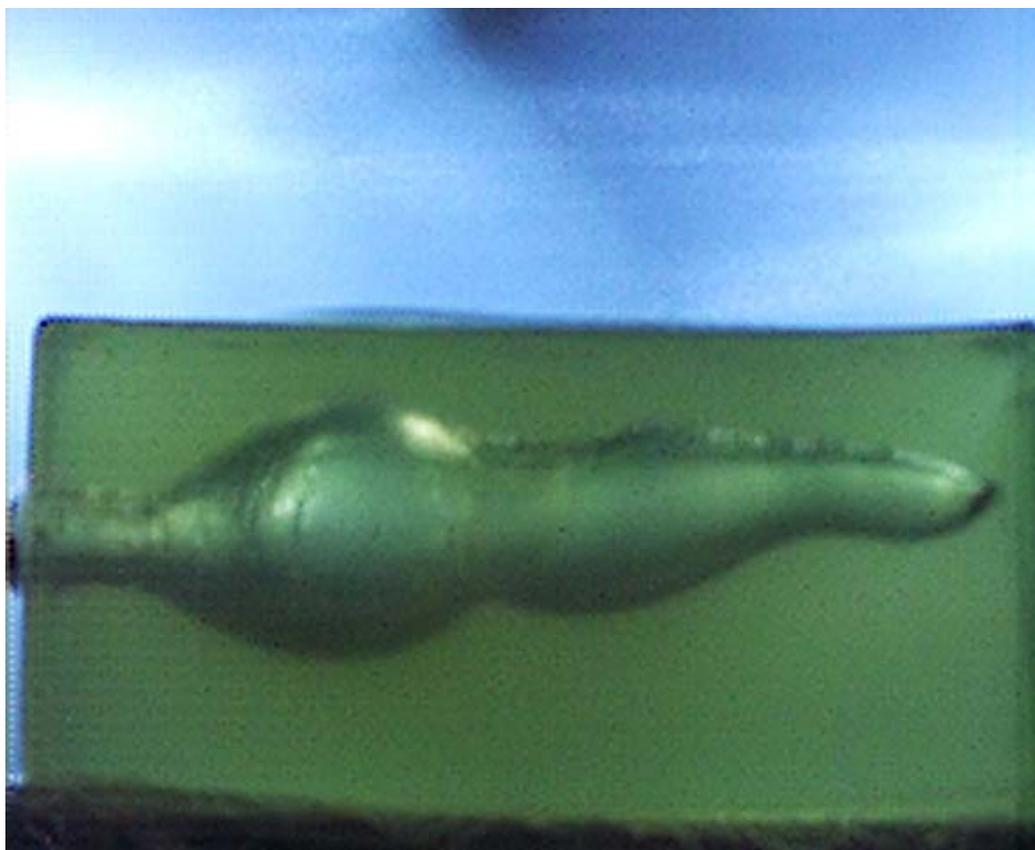
LES OBSERVATIONS EN BALISTIQUE LESIONNELLE...

... et explication par les lois de la dynamique



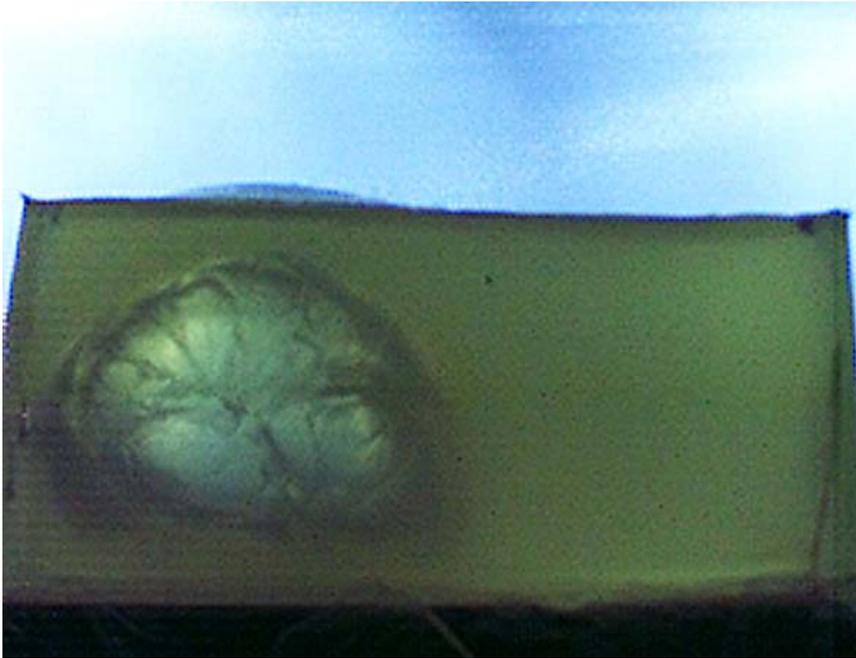
Balle d'AK74 (5,45x39 mm)
dans gélatine à 10%

Prise de vue à haute vitesse : 30 000 i/s

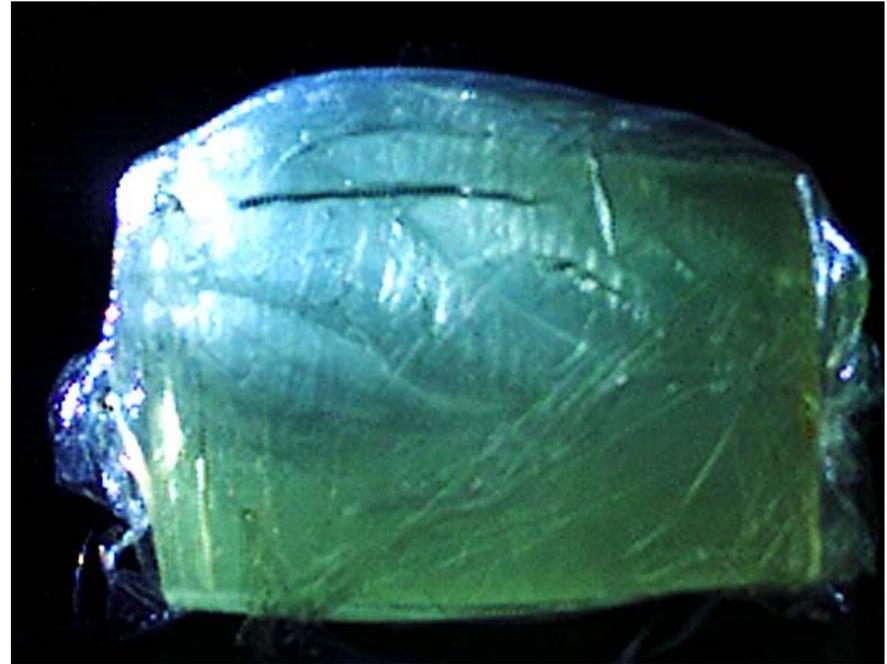


Balle d'AK47 (7,62x39 mm)
dans gélatine à 10%.

Prise de vue à haute vitesse : 30 000 i/s

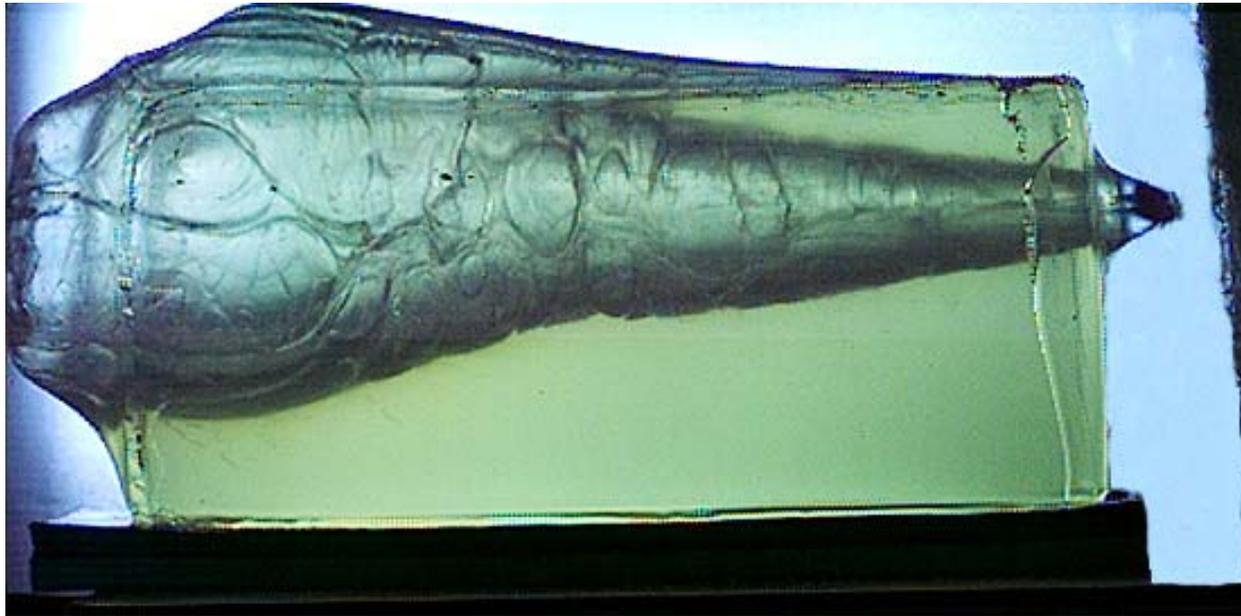


Balle de 5,56x45 mm (Otan)
dans gélatine à 10%



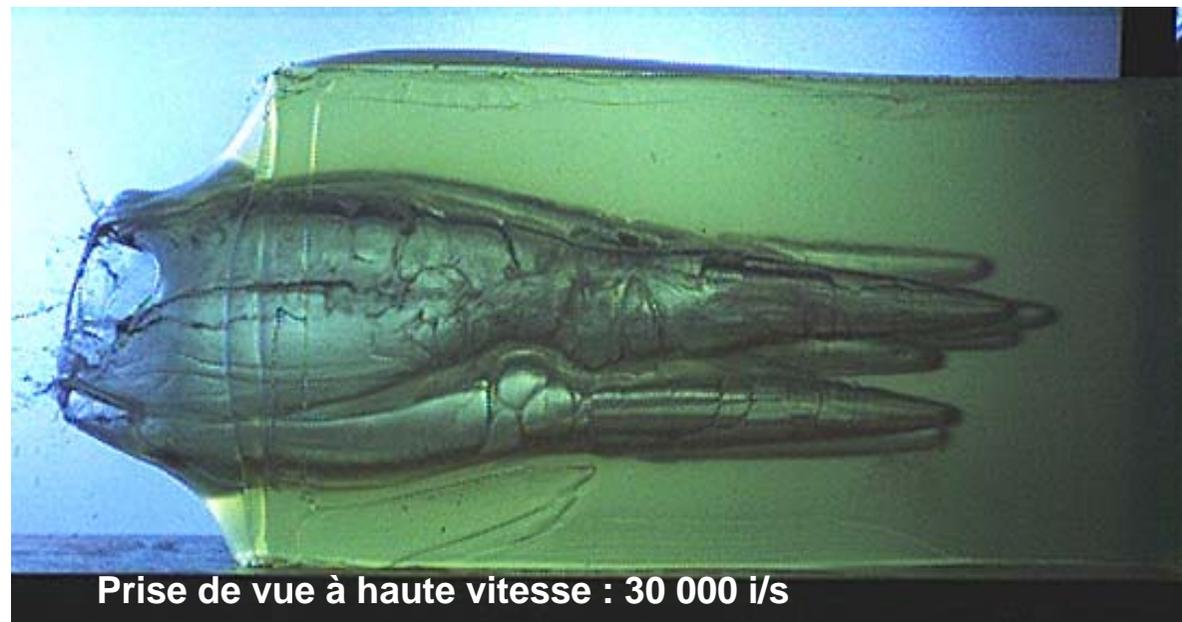
Balle expansive de 9 mm parabellum
(pistolet automatique)
dans gélatine à 10%

Prises de vue à haute vitesse : 30 000 i/s



Brenneke Cal. 12
dans gélatine à 10%

Chevrotines Cal. 12
dans gélatine à 10%



Prise de vue à haute vitesse : 30 000 i/s



FIN